

Motivaatio matematiikan opiskeluun koulussa ja informaalissa STEAM-oppimisympäristössä

Helsingin yliopisto
Kasvatustieteellinen tiedekunta
Luokanopettajan koulutus
Pro gradu –tutkielma (40 op)
Kasvatustiede
Huhtikuu 2019
Tommi Fast

Ohjaaja: Helena Thuneberg & Hannu
Salmi



Tiedekunta - Fakultet - Faculty Kasvatustieteellinen tiedekunta, Kasvatustieteiden maisteriohjelma		
Tekijä - Författare - Author Tommi Fast		
Työn nimi - Arbetets titel Motivaatio matematiikan opiskeluun koulussa ja informaalisissa STEAM-oppimisympäristössä		
Title		
Oppiaine - Läroämne - Subject Kasvatustiede		
Työn laji/ Ohjaaja - Arbetets art/Handledare - Level/Instructor Pro gradu -tutkielma / Helena Thuneberg & Hannu Salmi	Aika - Datum - Month and year 04/2019	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages X s + x liites.
Tiivistelmä - Referat - Abstract <p>Aiemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että sisäsyntyisellä motivaatiolla on vahva yhteys matematiikan oppimistulosten kanssa. Tämän pro gradu –tutkielman tavoitteena oli ensiksikin kartoittaa peruskoulun kuudesluokkalaisten tyttöjen ja poikien koulumenestyksen yhteyttä opiskella matematiikkaa koulussa ja informaalisissa oppimisympäristössä, joka oli STEAM-mallia toteuttava matematiikkaa ja taidetta yhdistävä näyttely ja rakentelutyöpaja. Toiseksi tutkielmassa selvitettiin tyttöjen ja poikien suhteellisen autonomian kokemuksen yhteyttä kiinnostukseen opiskella matematiikkaa koulussa ja informaalisissa oppimisympäristössä. Viimeisenä kolmantena tutkimustehtävänä oli analysoida miten sukupuoli, koulumenestys, kiinnostus matematiikan opiskeluun koulussa ja matematiikanäyttelyssä sekä suhteellisen autonomian kokemus ennustivat suuntautumista ammatilliseen oppilaitokseen tai lukioon.</p> <p>Gradun kohdejoukkona oli 256 peruskoulun kuudesluokkalaista oppilasta (tyttöjä 134 ja poikia 122) keski-suomalaisesta kunnasta. Tutkimus toteutettiin kyselylomakkeilla. Pro gradussa käytettiin mm. itsemääräämisteoriaan pohjautuvaa suhteellisen autonomian kokemukseen perustuvaa mittaria (Ryan & Deci, 2000). Ryhmien välisiä eroja tarkasteltiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä. Muuttujien välisiä yhteyksiä testattiin korrelaatiokertoimella. Analyysissa käytettiin IBM SPSS Statistics 25 –ohjelmistoa.</p> <p>Tutkielman päätulokset olivat, että koulussa paremmin menestyvät ovat enemmän kiinnostuneita matematiikan opiskelusta koulussa, mutta näyttely näytti onnistuvan tasoittamaan koulumenestykseen liittyviä eroja ja herättämään kiinnostuksen myös niillä oppilailla, joilla kiinnostus koulumatematiikkaa kohtaan oli vähäisempää ja koulumenestys heikompa.</p> <p>Suhteellisen autonomian kokemus (RAI) korreloi matematiikasta kiinnostumiseen koulussa, varsinkin tytöillä. Pojat olivat tyttöjä kiinnostuneempia suuntautumaan ammatilliseen koulutukseen ja tytöt poikia kiinnostuneempia jatkamaan lukioon. Koulumenestyksen ja lukioon menon yhteys oli voimakkaampi kuin ammattikouluun menon. Pojilla molemmat yhteydet olivat voimakkaammat eli pojilla menestyminen koulussa on enemmän sidoksissa tulevaisuuden suunnitelmiin kuin tytöillä. Lisäksi mitä enemmän autonomiseksi oppilas koki itsensä, sitä todennäköisemmin hän halusi jatkaa lukioon peruskoulun jälkeen. Yhteys oli vahvempi pojilla.</p>		

Avainsanat - Nyckelord motivaatio, autonomian kokemus, STEAM, informaali oppimisympäristö, matematiikka
Keywords
Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited Helsingin yliopiston kirjasto – Helda / E-thesis (opinnäytteet)
Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information



Tiedekunta - Fakultet - Faculty Educational Sciences		
Tekijä - Författare - Author Tommi Fast		
Työn nimi - Arbetets titel		
Title Motivation to study mathematics at school and informal STEAM-learning environment		
Oppiaine - Läroämne - Subject Education		
Työn laji/ Ohjaaja - Arbetets art/Handledare - Level/Instructor Master's Thesis / Supervisor's Name	Aika - Datum - Month and year 04/2019	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages x pp. + x appendices
Tiivistelmä - Referat - Abstract <p>The earlier studies have shown that the intrinsic motivation has a strong connection with the learning results of the mathematics. Objective of this pro gradu was firstly to analyse the connection of the sixth grade girls and boys' of the school success, to study mathematics at school and at informal learning environment, which in this case was Math & Art exhibition based on STEAM-model. Secondly the connection of the relative autonomy experience of the girls' and boys' was studied in connection to interest in mathematics at school and at mathematics exhibition. Thirdly and last it was studied how autonomy experience was connected to plans to continue education at the upper secondary school or at the vocational educational institution.</p> <p>The target group of the pro gradu thesis was the 256 sixth grade pupils of the comprehensive school (134 girls and 122 boys) from a medium size Finnish municipality. A questionnaire was applied. The differences between the groups were examined with a one-way analysis of variance. The connections between the variables were tested with a correlation coefficient. In the analysis IBM SPSS Statistics 25 -software was used.</p> <p>The main results were that the interest to study mathematics at school was higher among the higher achievers but at the mathematics exhibition there were no differences between the lower and higher achievers. The exhibition seemed to succeed in levelling down differences which are related to the school success.</p> <p>The experience of the relative autonomy (RAI) correlates with interest in studying mathematics at school, especially among girls. The boys were more interested than girls in continuing at the vocational school, and girls at the upper secondary school. The connection of school success and going to the upper secondary school was stronger than going to the vocational school. The success of the boys at school was more tied up with the plans than that of the girls. The more the pupil regarded himself as autonomous furthermore the more they wanted to go on after the comprehensive school to the upper secondary school. This connection was stronger on the boys.</p>		
Avainsanat - Nyckelord		
Keywords motivation, autonomy experience, STEAM, informal learning environment, mathematics		
Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited Helsinki University Library – Helda / E-thesis (theses)		
Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information		

Sisällys

1	JOHDANTO.....	1
2	TEOREETTINEN TAUSTA.....	3
2.1	Oppimisympäristö käsitteenä.....	3
2.1.1	Informaali oppiminen ja koulun ulkopuoliset oppimisympäristöt.....	4
2.1.2	Tiedenäyttely oppimisympäristönä.....	5
2.2	Motivaatio.....	6
2.2.1	Motivaatio ja matemaattiset taidot koulussa.....	6
2.2.2	Motivaatiojatkumo.....	7
2.2.3	Minäpystyvyys oppimisprosessissa.....	8
2.2.4	Minäpystyvyys matematiikkakuvan ja matematiikka-asenteiden selittäjänä.....	9
2.3	Matematiikka tieteenalana ja koulun oppiaineena.....	10
2.3.1	Matematiikan oppiminen peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa.....	10
2.4	Monialaiset oppimiskokonaisuudet.....	11
2.4.1	Oppilaan laaja-alainen osaaminen.....	12
2.4.2	STEM ja STEAM.....	14
2.4.3	STEM.....	14
2.4.4	STEAM.....	15
2.5	Suomalaisten oppilaiden matemaattiset taidot kansainvälisten tutkimusten valossa.....	16
2.5.1	TIMSS-tutkimus.....	16
2.5.2	PISA-tutkimus.....	17
2.5.3	Suomalaisten oppilaiden matemaattisen osaamisen kehitys vuosina 1999-2015 TIMSS- ja PISA-tutkimusten mukaan.....	17
3	TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	19
4	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS.....	20
4.1	Koehenkilöt ja otanta.....	20
4.2	Taide- ja matematiikkanäyttely.....	20
4.3	Tutkimuksessa käytetyt mittarit.....	20
4.3.1	Deci-Ryanin autonomisen motivaation testi.....	21
4.3.2	Koulumenestys.....	21
4.3.3	Semanttinen differentiaali –testi.....	21
4.3.4	Oppilaan suuntautuminen peruskoulun jälkeisiin opintoihin.....	22
4.4	Tilastolliset analyysimenetelmät.....	22
5	TUTKIMUSTULOKSET JA NIIDEN TULKINTAA.....	23
5.1	Kuvailevia tunnuslukuja ja ryhmävertailuja.....	23
5.1.1	Koulumenestys.....	23
5.1.2	Motivaatio.....	25
5.1.3	Kiinnostus matematiikkaan.....	25
5.1.4	Muuttujien väliset korrelaatiot.....	26

6	LUOTETTAVUUS.....	30
7	POHDINTAA	33
	LÄHTEET	36

TAULUKOT

Taulukko 1.

5.1 Kuvailevia tunnuslukuja ja ryhmävertailuja	23
--	----

Taulukko 2. Oppilaiden lukuaineiden keskiarvo ja keskihajonta.....	23
--	----

Taulukko 3. Peruskoulun jälkeen ammatilliseen koulutukseen tähtäävien oppilaiden muuttujan keskiarvo ja keskihajonta.....	24
---	----

Taulukko 4. Peruskoulun jälkeen lukioon tähtäävien oppilaiden muuttujan keskiarvo ja keskihajonta.....	24
--	----

Taulukko 5. Suhteellisen autonomian indeksin (RAI) keskiarvo ja keskihajonta.....	25
---	----

Taulukko 6. Oppilaiden kiinnostus matematiikkaan koulussa –muuttujan keskiarvo ja keskihajonta.....	25
---	----

Taulukko 7. Oppilaiden kiinnostus matematiikkaan näyttelyssä -muuttujan keskiarvo ja keskihajonta.....	25
--	----

Taulukko 8. Muuttujien väliset korrelaatiot koko ryhmällä.....	27
--	----

Taulukko 9. Muuttujien väliset korrelaatiot tytöillä.....	28
---	----

Taulukko 10. Muuttujien väliset korrelaatiot pojilla.....	29
---	----

KUVIOT

Kuvio 1. Kaikkien aineiden keskiarvojen jakauma.....	31
--	----

Kuvio 2. Matematiikka koulussa- sanaparin keskiarvojen jakauma.....	31
---	----

Kuvio 3. Matematiikka näyttelyssä- sanaparin keskiarvojen jakauma.....	32
--	----

Kuvio 4. Suhteellisen autonomian indeksin keskiarvojen jakauma.....	32
---	----

1 Johdanto

Melkein minkä tahansa uuden asian oppimiseen liittyy oma kokeileminen ja harjoittelu ajan kanssa. Vain sillä tavalla oppija sisäistää opiskeltavan asian kunnolla. Esimerkiksi ravintolakokki ei voi oppia ruuan valmistusta pelkästään alan kirjoja lukemalla, vaan hän joutuu harjoittelemaan satoja ja tuhansia tunteja konkreettisesti kokkausta, ennen kuin ammattitaitoa karttuu tarpeeksi. Teorian hallinnan lisäksi kokeileminen, erehtyminen ja uudestaan yrittäminen tuottavat hyvää oppimista. John Dewey (1938) kutsuu tätä termillä ”learning by doing”, eli tekemällä oppimiseksi.

Monien tutkimusten mukaan myös matematiikkaa oppii ja ymmärtää parhaiten konkreettisten, käsillä tehtävien esimerkkien kautta. Tämä on vahvasti kytköksissä siihen, että usein hyvin abstraktien aiheiden käsittely helpottavien välineiden avulla on oppijalle mielekkäämpää kuin pelkällä teorian tasolla työskentely. (Scruggs & Mastropieri, 1993). Kun opiskeltava asia on mielekästä, vaikuttaa se vahvasti asenteisiin kyseistä tehtävää kohtaan. Lapsille mielihyvää tuottaa usein toiminta ja leikki, jotka ovat lapsen perustarpeita. Täten kokonaisuutena matematiikan opiskeluasenteet voivat muokkautua jo hyvin varhaisessa kehitysvaiheessa joko positiivisiksi tai negatiivisiksi. Konkreettisella materiaalilla työskentely voi tuottaa matematiikassa positiivisen asenteen lisäksi parempaa itseluottamusta ja onnistumisen kokemuksia, jotka tukevat vahvasti oppimista (Lindgren, 1997.)

Jo viime vuosisadan alussa Yhdysvalloissa ja Euroopassa alettiin näkyvästi pohtimaan perinteisen kouluopetuksen heikkouksia. Reformipedagogisen liikkeen edustajat toivat esille lapsen perustarpeet; luonnossa liikkumisen, leikkimisen, kiinnostuksen esineisiin ja puhumisen tarpeen. Silloin alkanut kritiikki opettajakeskeistä opetusta kohtaan on kehittänyt opetusta vahvasti oppilaskeskeiseen suuntaan vuosikymmenien saatossa. Suomessakin on ollut nähtävillä kyseinen trendi. Esimerkiksi peruskoulun opetussuunnitelman perusteista huomaa eri vuosilta, kuinka oppimisen tavoitteet ovat yhä enemmän yksilökeskeisiä. Tämä kehitys on kuitenkin ollut suhteellisen hidasta. (Kallonen-Rönkkö, 1997.)

Tämän luokanopettajan pro gradun teoriaosa perustuu kandidaatin työhöni, joka muodostui systemaattisesta kirjallisuuskatsauksesta keskittyen STEAM- käsitteeseen ja opetukseen. Pro gradu –työssä aihepiiriä havainnollistetaan ja syvennetään empiirisellä aineistolla. Johtajuutena on selvittää, miten kuudesluokkalaiset kokevat matematiikan

opiskelun koulussa ja sen ulkopuolella järjestetyssä opetustilanteessa. Lähtökohtana koulun ulkopuolisessa oppimisympäristössä tapahtuvassa opetuksessa on jo kandidaatin työssä esille ottamani STEAM- malli. Pro gradussa selvitetään myös sitä, onko matematiikan kiinnostuksella, autonomian kokemuksella ja koulumenestyksellä yhteyttä oppilaan tulevaisuuden suunnitelmiin peruskoulun jälkeen.

2 Teoreettinen tausta

Tämän tutkielman teoreettiseen taustaan olen koonnut aikaisempaa tutkimustietoa eri oppimisympäristöissä tapahtuvasta oppimisesta, sekä motivaation vaikutuksesta oppimiseen. Näitä peilataan matematiikan oppimiseen yleensä ja suomalaisten oppilaiden saavuttamiin matematiikan oppimistuloksiin kansainvälisessä vertailussa.

Avaan taustatietona matematiikkaa tieteenalana ja koulussa, sekä monialaisten oppimiskokonaisuuksien tavoitteita opetussuunnitelman perusteiden mukaan. Käyn myös läpi STEAM-mallia, johon pohjautuu koko tutkielmani ydinajatus, joka on oppimisympäristön yhteys matematiikan oppimisen mielekkyyteen.

2.1 Oppimisympäristö käsitteenä

Oppimisympäristö sanana pitää jo sisällään tietyn oletuksen oppimisesta. Ympäristöstä tulee oppimisympäristö silloin, kun siinä tapahtuu oppimista. Oppimisympäristö voidaan määritellä sellaiseksi tilaksi, yhteisöksi tai toimintakäytännöksi, jossa tavoitteena on oppimisen edistäminen. (Manninen ym., 2007).

Oppimisympäristöajattelu on kehittynyt vuosien saatossa. Se näkyy myös koulutuksen suunnittelussa. Nykyään oppimisympäristöt määritellään perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2014) seuraavasti:

“Oppimisympäristöillä tarkoitetaan tiloja ja paikkoja sekä yhteisöjä ja toimintakäytäntöjä, joissa opiskelu ja oppiminen tapahtuvat. Oppimisympäristöön kuuluvat myös välineet, palvelut ja materiaalit, joita opiskelussa käytetään.” Lisäksi POPS:ssa painotetaan yhteisöllisyyttä. Oppimisympäristöjen tulee tukea vuorovaikutusta yhteisössä, sekä yksilön ja yhteisön kasvua. Hyvät oppimisympäristöt mahdollistavat myös ideaalin yhteistyöverkoston koulun ja muiden toimijoiden välillä (POPS, 2014.)

2.1.1 Informaali oppiminen ja koulun ulkopuoliset oppimisympäristöt

Informaalilla oppimisella tarkoitetaan tilannetta, jossa oppimista tapahtuu usein ympäristöissä, joita ei välttämättä ole suunniteltu alun perin oppimiseen. Informaaleja oppimisympäristöjä ovat esimerkiksi vertaisryhmät, tietokonepelit, perhe, televisio, tiedekeskukset ja museot. Salmen (2010) mukaan Informaali oppiminen on kuitenkin suunniteltua ja tavoitteellista, eli se ei ole satunnaista. Sen alalaji on satunnaisoppiminen, jossa ei edes tähdätä oppimiseen, mutta oppija ikään kuin vahingossa tai alitajuisesti oppii tietoja ja taitoja, esimerkiksi vapaa-ajan harrastuksissa. Tavoitteellisuus ja suunnitelmallisuus ovat satunnaisessa oppimisessa yksilön itsensä määrittelemää ja oppimistilanne ei ole täten jonkun ulkopuolisen, esimerkiksi opettajan laukaisema. Nämä kaksi oppimistilannetta pitää erottaa toisistaan.

Formaali opetus tarkoittaa yleensä opettajajohtoista, perinteistä kouluopetusta. (Salmi 2010, s. 382). Kasvatustieteellisessä tutkimuksessa on tutkittu huomattavasti enemmän formaalia kuin informaalia oppimista. Sitä voidaan pitää luonnollisena, koska opetus ja oppiminen ovat perinteisesti kuuluneet koulujärjestelmän sisälle kouluineen ja opettajineen. Yhteiskunta haluaa täten tietää, miten sen rakentama järjestelmä toimii, ja miten sitä kenties voisi parantaa (Salmi 1993, s. 2.)

Käsitteenä informaali oppiminen on institutionaalisen, formaalin opetuksen historiaan verrattuna hyvin nuori. Alkusysäyksen termille antoivat kaksi aiheen klassikkoteosta, jotka vaikuttivat pitkään asenteisiin informaalia oppimista kohtaan (Salmi 2010, s. 380.) Ivan Illichin Deschooling Society (1971) ja Howard Gardnerin The Unschooled Mind (1991) ovat vaikuttaneet suuresti informaalin opetuksen hyväksymiseen, vaikka niiden takia informaali oppiminen nähtiin pitkään vain koulun kritiikkinä. Jo teosten nimet viittaavat provokaatioon suhteessa laitostuneeseen kouluinstituutioon. (Salmi 2010, s. 380.)

Informaalin oppimisen vastustus oli suurta vielä 1990-luvun alkupuolella, mutta joukko- viestimien ja varsinkin internetin kehittyminen muutti tilannetta. Huomattiin käytännössä, että oppiminen on jopa tehokkaampaa uusissa oppimisympäristöissä, kuin kontrolloidun opetusjärjestelmän sisällä. (Salmi 2010, 381.)

2.1.2 Tiedenäyttely oppimisympäristönä

Museoilla on pitkä historia tieteen opettamisessa koulun ulkopuolella. Nykyään tiedenäyttelyt liittyvät yleensä osana erikseen perustettuihin tiedekeskuksiin tai tiedemuseoihin, jotka perustuvat yhä enemmän "hands-on"-malliin. Myös kouluissa kiertäviä tiedenäyttelyitä tehdään, koska joistakin kouluista on erittäin pitkä matka tiedekeskukseen (Thuneberg ym., 2014). Näyttelyissä kävijät pääsevät kokeilemaan ja osallistumaan interaktiivisesti paljon enemmän kuin perinteisissä museoissa tai gallerioissa. Näyttelyssä olevan kohteen konkreettinen koskettaminen, tutkiminen ja ihmetteleminen syventää kokijan ymmärrystä kyseessä olevasta aiheesta. Esimerkiksi moottorin toiminnan ymmärtäminen pelkästään vitriinin läpi katseltuna voi olla hankalaa saavuttaa. Kun moottorin saa avata, purkaa, koota uudelleen ja käynnistää, voi kokija saada oivalluksia helpommin sen toiminnasta (Braund, 2004.)

Tiedekeskuksissa, tiedenäyttelyissä ja museoissa oppimista perustellaan laajasti:

1. Ne ovat motivoivia paikkoja jo itsessään verrattuna kouluun.
2. Niissä voi konkreettisesti kokeilla objekteja, joista osaa on mahdotonta kokeilla koulussa.
3. Ne kannustavat koulua helpommin jäsentämään tieteen tekemisen perusedellytyksiä kuten kyseenalaistaminen, ennustaminen, tutkiminen, vertaileminen, etsiminen ja todistaminen.
4. Niissä mallinnetaan asioita, joista kävijä saa oivalluksia omaan arkielämään liittyen.
5. Niissä voi nähdä ja kokea harvinaisia asioita, joita ei muualla pystyisi kokemaan.

6. Ne antavat eväitä muokata kävijän asenteita tiedettä kohtaan (Braund, 2004.)

2.2 Motivaatio

Olen usein miettinyt omia toimintamallejani, varsinkin aloittaessani jonkun uuden tehtävän parissa. Jos tehtävä tuntuu lähtökohtaisesti tylsältä tai liian haastavalta, voi motivaationi sitä kohtaan olla hyvin matalalla pitkän aikaa. Tartun nopeasti minulle tuttuihin ja mielekkäisiin tehtäviin. Jostain syystä ulkoapäin annetut määräajat tehtävien palauttamiseksi aiheuttaa minulle tilan, jossa motivaationi nousee vasta viime tingassa sille tasolle, että pystyn tekemään järkeviä ratkaisuja ja oikeasti tekemään annetut tehtävät. Motivaatio on yleisesti aiheena hyvin mielenkiintoinen ja sitä onkin tutkittu ajan saatossa runsaasti. Avaan seuraavaksi motivaatio- käsitettä kasvatopsykologian näkökulmasta ja tuon esille aikaisempia tutkimuksia rajaten käsitettä myös matematiikan opiskeluun.

Motivaatio on kaiken toiminnan perusta. Se on ihmisen sisäinen tila, joka aiheuttaa ja ohjaa toimintaa. Se myös vaikuttaa valintoihin, joihin yksilö päätyy eri käyttäytymis- tai toimintavaihtoehtojen välillä. Suurin osa motivaatioteorioista liittyy yksilön henkilökohtaiseen tuntemukseen vaikuttaa omaan toimintaansa. (Lehtinen ym., 2016, s. 143.)

Motivaatiota on tarkasteltu tutkimuksissa monin eri tavoin. Kun joku nauttii pohjimmiltaan esimerkiksi taidenäyttelyistä ja kiertää säännöllisesti museoissa, ja toinen kiinnostuu aiheesta vain vaikka suuren tapahtuman yhteydessä, on kyseessä eri motivaatiotekijät. Täten niitä luokitellaankin esimerkiksi jakaen motivaatio persoonassa pysyvänä ilmenevään ominaisuuteen sekä tilanteessa mukautuvaan motivaatioon. (Lehtinen ym., 2016, s. 144).

2.2.1 Motivaatio ja matemaattiset taidot koulussa

Oppimismotivaatiolla ja matematiikan taitojen kehityksellä on eri tutkimusten mukaan vahva yhteys. Juuri koulunsa aloittaneiden oppilaiden kohdalla on huomattu, että ylipäättään tehtäväsuuntautuneiden lasten matemaattiset taidot kehittyvät nopeasti. Tehtävää välttelevä ominaisuus puolestaan ennustaa hidasta taitojen kehitystä ensimmäisinä kouluvuosina. Myös oppilaiden kiinnostus matematiikan tehtäviä kohtaan ennustaa hyvän taitotason saavuttamista matematiikassa, mutta ei niin paljon kuin yleisesti tehtäväorien-

toitunut ominaisuus. Ensimmäisen luokan aikana lasten kiinnostus matematiikkaa kohtaan on vielä vaihtelevaa, mutta toisen luokan aikana se muuttuu pysyvämmäksi. On kuitenkin todettu, että jo ensimmäisenä kouluvuotena saavutettu matemaattisten taitojen taso vaikuttaa oppilaan tulevaan motivaatioon matematiikan opiskelussa (Aunola & Nurmi, 2018, s. 61).

Matematiikan taitojen oppimisella ja motivaatiolla on vahvempi yhteys, kuin esimerkiksi lukutaidolla ja motivaatiolla. Matematiikassa oppilaiden väliset tasoerot voivat äidinkieltä herkemmin tuottaa heikoimmille oppijoille ahdistusta ja tunnetta omasta huonommuudesta. Tämä voi vaikuttaa negatiivisesti matematiikan taitojen oppimiseen. On tutkittu, että opettajalla on suuri merkitys oppilaan motivaation kehitykseen matematiikassa. Lasten ensimmäisten kouluvuosien motivaatio tehdä matematiikan tehtäviä voi lisääntyä sellaisessa oppimisympäristössä, jossa opettajan tavoitteena on tukea oppilaan minäkuvaa ja motivaatiota. Jos oppimisen tukea ei ole tarpeeksi, voi se vaikuttaa negatiivisesti motivaation kehitykseen (Aunola & Nurmi, 2018, s. 62).

2.2.2 Motivaatiojatkumo

Motivaatiotekijät on perinteisesti jaettu sisäiseen ja ulkoiseen motivaatioon. Kun oppija esimerkiksi harjoittelee omalla vapaa-ajallaan rumpujen soittoa ilman ulkoista syytä, tekee hän sitä vain itsensä takia ja omien mieltymystensä pohjalta. Tässä tilanteessa viitataan yksilön sisäiseen motivaatioon. Ulkoinen motivaatio eroaa sisäisestä siten, että siinä yksilö tekee asioita jonkun ulkoisen syyn vuoksi, esimerkiksi harjoittelee matematiikkaa tulevaa matematiikan koetta varten (Lehtinen ym., 2016, s. 145; Byman, 2002, s. 27-36.)

Ei ole kuitenkaan mielekästä jakaa sisäistä ja ulkoista motivaatiota täysin erilleen. Ne esiintyvät usein yhtä aikaa ja täydentävät toisiaan, mutta kuitenkin painottuen jompaan kumpaan (Ruohotie, 1998, s. 38). Itsemääräytymisteoriassa (Ryan & Deci, 2000; Ryan & Deci, 2017) motivaatio nähdäänkin jatkumona ulkoisesta sisäiseen. Ulkoisessa motivaatiotyypissä (external) oppilas toimii rangaistusta välttääkseen, tai saadakseen konkreettisen palkkion. Seuraava motivaatiotyypin taso on introjektinen (introjected), jossa oppilas kokee vielä toimivansa painostuksen alla ja motivaatio kumpuaa ahdistuksen välttämisestä. Autonomian jatkumolla seuraava taso on samaistunut (identified), jossa

oppija arvostaa myös ulkopuolisia tavoitteita. Sopeutuva kouluoppiminen edellyttää tällaista motivaatiotyyppiä. Viimeinen taso on sisäinen (intrinsic) motivaatiotyyppi. (Ryan & Deci, 2000; Thuneberg, Salmi & Vainikainen, 2014.)

Opiskelumotivaatiota tarkasteltaessa Engeström (1990) lähtee siitä ajatuksesta, että ulkoinen motivaatio korreloi vahvasti pintatason oppimisen kanssa. Hän kutsuu ulkoisten palkkioiden siivittämän oppimistilanteen kohdalla vieraantuneesta, eli välineellisestä opiskelumotivaatiosta. Ymmärtääkseen opittavan asian laajemman arvon esimerkiksi ammatillisesti tai muutenkin elämää varten, on opiskelumotivaation lähestyttävä sisäistä, eli sisällöllistä tai tietoista motivaatiota. Tällöin opiskelu on myös kriittistä, koska opiskelija reflektoi kyseisen asian oppimista eikä esimerkiksi ajattele vain kokeen läpäisyä.

Opettamisen ja oppimisen kontekstissa voidaan ajatella, että opettajalla on mahdollisuus vaikuttaa sellaiseen oppimisympäristöön, jossa optimaalista oppimismotivaatiota syntyi (Byman, 2002, s. 37). Ryanin ja Decin mukaan (2000) tukemalla oppilaan autonomiaa eli antamalla riittävästi valinnanmahdollisuuksia, oppilas pääsee toteuttamaan sisäistä motivaatiotaan ja tätä kautta myös oppiminen syvenee. Tässä pro graduissa suhteellista autonomian kokemusta mitattiin Decin ja Ryanin kehittämällä RAI-indeksillä (ks. Mittarit).

2.2.3 Minäpystyvyys oppimisprosessissa

Omilla uskomuksilla omasta itsestä on tärkeä merkitys opiskelumotivaatiolle. Ihmisellä voi olla käsityksiä siitä, missä hän on taitava ja missä heikko. Oppilaalla voi olla esimerkiksi sellainen tunne, että kuvataiteessa hän pärjää hyvin, mutta matematiikka tuottaa vaikeuksia (Lehtinen ym., 2016, s. 158.)

Tieteessä näitä uskomuksia itsestään kutsutaan sanalla minäpystyvyys. Termin *self-efficacy* on ensimmäisen kerran esitellyt Albert Bandura (1977.) Minäpystyvyydellä tarkoitetaan yksilön uskomuksia omasta osaamisestaan ja kapasiteetistaan toimia tavoitteiden saavuttamiseksi. Se ei tarkoita sitä, että yksilö välttämättä ryhtyy näihin toimiin, vaan miten hän uskoo onnistuvansa niissä. (Gallagher, 2012.)

Käsitys omasta pystyvyydestä muodostuu kokemuksien kautta. Yksilön jatkuva epäonnistuminen tietynlaisissa tehtävissä voi vähentää uskomusta siihen, että hän kykenisi

suoriutumaan vastaavanlaisista tehtävistä. Onnistumisen kokemukset puolestaan vahvistavat omaa pystyvyyden tunnetta. Konkreettiset kokemukset suoritustilanteissa eivät kuitenkaan yksinään muodosta käsityksiä omasta pystyvyydestä. Vertaisryhmillä ja kasvatuksella on myös suuri merkitys tietynlaisen minäpystyvyyden muodostumiselle. Sosiaaliset tilanteet esimerkiksi välitunnilla voivat antaa oppilaalle tietyn kuvan itsestään ja uskomuksia omista resursseistaan. Vanhemmat voivat kotona esimerkiksi omien koulukokemuksiensa pohjalta väittää ääneen, että ”meidän perhe ei osaa matematiikkaa”, ja väitteellä voi olla vahva vaikutus perheen lasten minäpystyvyyden tunteeseen matematiikkaa kohtaan jo koulutien alkaessa (Lehtinen ym., 2016, s. 159-160.)

2.2.4 Minäpystyvyys matematiikkakuvan ja matematiikka-asenteiden selittäjänä

Kuten kappaleessa 2.2.1 mainittiin, motivaatiolla ja matematiikan taitojen oppimisella on erityinen side. Koska minäpystyvyys vaikuttaa vahvasti opiskelumotivaatioon yleensä, voidaan todeta, että se määrittää myös suurelta osin yksilön kuvaa itsestään matematiikan oppijana.

Matematiikkakuvalla tarkoitetaan yksilön tunnesuhdetta, motivaatiota ja uskomuksia matematiikka kohtaan. Tutkimusten mukaan myönteisen matematiikkakuvan omaavat oppilaat ovat asenteeltaan sinnikkäitä kohdatessaan haastavia matematiikan tehtäviä. Uskomukset matematiikkaa kohtaan voivat määrittää sitä, kuinka tunteet vaikuttavat oppimiseen. Kielteisen matematiikkakuvan omaava yksilö saattaa luovuttaa tehtävän ratkaisemisen jo pienen vastoinikäymisen jälkeen, kun taas omiin kykyihinsä luottava oppija sivuuttaa tehokkaasti negatiiviset tunteet oppimisprosessissa (Hannula & Holm, 2018, s. 133-134.)

Käsitys omasta pystyvyydestä, eli uskomuksista, yhdessä tunteiden ja motivaation kanssa muovaavat oppilaan matematiikkakuvan ja asenteen matematiikkaa kohtaan. Matematiikkakuvalla ja asenteella on vaikutusta oppilaan koulutus- ja uravalintoihin. Suomessa matemaattis-luonnontieteellisille aloille on nykyään muihin aloihin verrattuna helpompi päästä, koska halukkaita on vähemmän. Tähän voi olla syynä suomalaisten oppilaiden melko kielteinen suhtautuminen matematiikkaan kansainvälisten tutkimusten mukaan (Hannula & Holm, 2018, 136-148.)

2.3 Matematiikka tieteenalana ja koulun oppiaineena

Matematiikkaa on kaikkialla ja se on ikään kuin aina ollut olemassa. Matematiikan tutkijat löytävät siitä jatkuvasti uusia ulottuvuuksia. Siksi matematiikkaa on hankalampi määrittää lyhyesti ja tarkasti, kuten esimerkiksi maantiedettä tai biologiaa. Tieteenalana se on erittäin monimuotoinen ja tutkijat tekevät siitä omanlaistaan. Matematiikka on aikoinaan kehittynyt käytännön ongelmien ratkaisemisesta, johon liittyy luvuilla laskeminen, mutta kiteytettynä se on luovaa ajattelua. Matematiikkaa on historiassa jaoteltu esimerkiksi Suomen kansakoulussa erilaisiin oppiaineisiin, kuten algebraan ja geometriaan, mutta tutkijatasolla siihen liittyy nykyään jo yli 5000 erikoisalaa 98:ssä pääluokassa (Karttunen, 2006.)

Matematiikan avulla pystytään mittaamaan ja ennustamaan asioita esimerkiksi tähtitieteessä, sekä pienemmässä mitta-kaavassa ihmisten arkea helpottavissa asioissa. Kaikki infrastruktuurista luonnon voimiin pohjautuu matematiikkaan, tai ainakin ne voidaan tarkasti selittää ja mitata matematiikan avulla. Tuntuu siltä, että matematiikka on ikään kuin aina ollut olemassa, mutta ihmiset löytävät siitä jatkuvasti enemmän ulottuvuuksia tieteen kehittyessä.

Opettajat ovat kasvavissa määrin kiinnostuneet informaalista matematiikan opetuksesta. On oletettu, että koulun ulkopuoliset oppimisympäristöt ovat hyödyllisiä oppilaille, jotka kokevat vaikeuksia perinteisessä koululuokka-opetuksessa. Tämä oletamus on saanut paljon tieteellistä tukea taakseen tutkimuslähtöisen matematiikan kentällä (Vainikainen ym. 2015) ja uusimmissa opetussuunnitelman perusteissa (POPS, 2014).

2.3.1 Matematiikan oppiminen peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa

Peruskoulun matematiikan opetus on kehittynyt nykymuotoonsa vähitellen. Vielä 1985 OPS:ssa pyrittiin siihen, että kaikki oppilaat saavuttavat perustavoitteet, ”riittävän yksilöllisellä opetuksella” (Kallonen-Rönkkö, 1997.)

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet vuodelta 2014 eroaa jo kuitenkin selvästi aikaisemmista OPS:ista matematiikan oppimisympäristöihin ja työtapoihin liittyvien tavoitteiden osalta. Vuosiluokkien 1-2 tavoitteet ottavat huomioon oppimisen piirteet nykytutkimuksen valossa:

Opsissa painotetaan oppilaslähtöisyyttä ja konkreettisuutta ja toiminnallisuutta "Opetuksen lähtökohtana käytetään oppilaille tuttuja ja kiinnostavia aiheita ja ongelmia. Tavoitteena on luoda oppimisympäristö, jossa matematiikkaa opiskellaan toiminnallisesti ja välineiden avulla. Opetuksessa käytetään vaihtelevia työtapoja. Oppilaat tottuvat työskentelemään sekä itsenäisesti että yhdessä. Pedagogisesti ohjatut leikit ja pelit ovat yksi tärkeä työtapo. Opetuksessa ja opiskelussa käytetään tieto- ja viestintäteknologiaa" (OPS 2014 s. 130.)

Samassa OPS:issa vuosiluokkien 3-6 matematiikan tavoitteissa tähdennetään vielä erikseen konkretian merkitystä matematiikan oppimisessa (OPS 2014 s. 234). Myös positiiviset kokemukset matematiikasta nostetaan tärkeänä tavoitteena esille: "Matematiikan opetus tukee oppilaiden myönteistä asennetta matematiikkaa kohtaan ja positiivista minäkuvaa matematiikan oppijoina." (OPS 2014 s. 234).

2.4 Monialaiset oppimiskokonaisuudet

Muutokset nykyisessä ympäröivässä maailmassa on synnyttänyt tarpeen lisätä lasten laaja-alaista osaamista, jolla tarkoitetaan arvojen ja asenteiden, sekä tietojen, taitojen ja tahdon muodostamaa kokonaisuutta. Tavoitteena on antaa oppilaille hyvät eväät opiskeluun, työntekoon ja kansalaisena toimimiseen tulevaisuudessa. Tämä edellyttää monialaista osaamista tiedon- ja taidonaloilla (OPS, 2014.)

Monialaiset oppimiskokonaisuudet ovat opiskelujaksoja, jotka eheyttävät opetusta. Ne perustuvat oppiaineiden sekä koulun ulkopuolisten tahojen yhteistyöhön ja toteutetaan käytännössä esimerkiksi teemapäivinä, leirikouluina tai jaksottamalla. Oppilaat ovat aktiivisesti mukana monialaisten oppimiskokonaisuuksien suunnittelussa (peda.net)

2.4.1 Oppilaan laaja-alainen osaaminen

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet jakavat laaja-alaisen osaamisen seitsemään alueeseen, joiden tehtävänä on suunnata eheyttävää opetusta:

1. *Ajattelu ja oppimaan oppiminen.* Ajattelun ja oppimisen taidot luovat pohjan kaikelle muulle oppimiselle koko ihmisen elämän ajaksi. Oppimiseen vaikuttaa se, miten yksilö tuntee itsensä oppijana ja kuinka hän on vuorovaikutuksessa ympäröivän maailman kanssa. Taiteen eri muotoihin tutustuminen edesauttaa luovan ajattelun kehittymistä ja oivaltamista, jotka auttavat hahmottamaan eri näkökulmia ja kriittisyyttä asioissa.
2. *Kulttuurinen osaaminen, vuorovaikutus ja ilmaisu.* Oppilaat kasvavat monikulttuuriseen maailmaan, jossa toimiminen edellyttää ihmisoikeuksia arvostavaa kulttuurista osaamista. Heitä ohjataan arvostamaan elinympäristönsä historiaa, kulttuuriperintöä ja omia juuriaan. Oppilaat tutustuvat eri kulttuureihin myös eri taidemuotojen kautta. Heitä rohkaistaan ilmaisemaan itseään omalla ja vieraillla kielillä, visuaalisesti sekä draaman ja musiikin keinoin. Tärkeää on myös osata ilmaisu esimerkiksi matemaattisin symbolein. Vuorovaikutustaitojen harjoittelu tähtää siihen, että oppilaalla on kyky asettua toisen asemaan. Kunnioitus kaikkia ihmisryhmiä ja kansoja kohtaan on kaiken toiminnan ydin.
3. *Itsestä huolehtiminen ja arjen taidot.* Oppilaita tuetaan ja kannustetaan hyvään arjen hallintaan ja itsestä huolehtimiseen. Moninaiseen alueeseen kuuluu turvallisuus, terveys ja ihmissuhteet, omasta taloudesta huolehtiminen, teknologinen ymmärrys ja liikkuminen. Toiminta ohjaa ymmärtämään, että jokaisen toiminnalla on merkitystä itselleen ja ympäristölleen. Oppilaat saavat ymmärrystä ihmissuhteiden merkityksestä hyvinvoinnille. Heitä ohjataan myös hallitsemaan omaa talouttaan säästeliäästi kestävän kehityksen ja eettisten periaatteiden mukaisesti.

4. *Monilukutaito.* Monilukutaidolla tarkoitetaan erilaisten tekstien käsittelyn taitoja. Tavoitteena on, että oppilaat osaavat tuottaa, tulkita ja arvottaa monenlaisia tekstejä, joihin lukeutuvat sanallisesti, kuvallisesti, auditiivisesti, numeerisesti ja ki-nesteettisen symbolijärjestelmän avulla tuotettua tietoa. Monilukutaitoa tarvitaan, jotta oppilaat hahmottaisivat kulttuurista monimuotoisuutta ympärillään. Se tukee kriittistä ja eettistä ajattelua sekä kehittää oppimisen taitoja.
5. *Tieto- ja viestintäteknologian osaaminen.* Tieto- ja viestintäteknologia (tv) on sekä oppimisen kohde että väline. Se on tärkeä kansalaistaito, jota hyödynne-tään koko perusopetuksen ajan ja sitä kautta elämässä muutenkin. Viestintäteknologinen osaaminen jakautuu neljään pääalueeseen: 1. Viestintäteknologian käyttö- ja toimintaperiaatteet, keskeiset käsitteet sekä käytännön tv-aidot omissa tuotoksissa. 2. Viestintäteknologian vastuullisuus, turvallisuus ja ergono-misuus. 3. Viestintäteknologian tiedonhallinta sekä tutkiva ja luova työskentely. 4. Viestintäteknologian käyttäminen vuorovaikutuksessa ja verkostoitumisessa. Tv tarjoaa välineitä itseilmaisuun eri tavoin ja se kehittää ajattelun ja oppimisen taitoja.
6. *Työelämätaidot ja yrittäjyys.* Työelämä, työn luonne ja ammatit ovat jatkuvassa muutoksessa teknologisen kehityksen ja talouden näkymien vuoksi. Koska työn vaatimuksia on vaikea ennustaa, tulee oppilaiden saada perusopetuksessa yleisiä valmiuksia työelämää varten. On tärkeää saada kokemuksia, jotka auttavat hahmottamaan yritteliäisyyden ja työn merkityksen. Ne kehittävät oppilaita oival-tamaan oman vastuun yhteiskunnan jäsenenä. Perusopetuksen aikana tutustu-taan työelämään ja työntekoon koulun ulkopuolella. Erilaiset projektit koulussa harjaannuttavat työelämässä tarvittavia yhteistyötaitoja, järjestelmällisyyttä ja pit-käjänteisyyttä. Oppilaat saavat kokemuksia oman työpanoksen merkitsevyy-destä yhteisen tavoitteen saavuttamiseksi.
7. *Osallistuminen, vaikuttaminen ja kestävän tulevaisuuden rakentaminen.* Demo-kratian toimivuuden perusedellytyksenä on yhteiskunnallinen toiminta. Koulussa voidaan luoda turvallinen harjoitteluympäristö vaikuttamisen ja osallistumisen tai-tojen kehittämiseen. Tavoitteena on luoda pohjaa oppilaiden kasvulle aktiivisiksi kansalaisiksi, jotka käyttävät vastuullisesti demokraattisia oikeuksia ja vapauksia. Oppilaat saavat kokemuksia kouluyhteisön kautta vaikuttamis- ja osallistumisjär-jestelmistä, joita yhteiskunnassa vallitsee.

Monialaiset oppimiskokonaisuudet mahdollistavat myös OPS:ssa esiintyvän ilmiöpohjaisen oppimisen. Ilmiöpohjaisessa oppimisessa on kyse lähtökohdasta, jossa havaintojen ja käytännön kokemuksen kautta tutkitaan jonkun ilmiön ominaisuuksia. Se sitoo yhteen todellisen elämän ilmiöt ja tieteenalat sekä oppiaineet yhteen (Peda.net, 2019).

Opetussuunnitelman perusteissa (2014) monialaiset oppimiskokonaisuudet nähdään tärkeänä eheyttävänä osana tukemassa perusopetuksen yhtenäistä toimintakulttuuria. Eheyttämisessä on kyse tuoda ymmärrettävämmäksi koulussa käsiteltävien asioiden välisiä riippuvuuksia ja suhteita. Tavoitteena on auttaa oppilaita hahmottamaan eri tiedonaloja yhdistäviä tekijöitä ja jäsentämään niitä omiksi kokonaisuuksiksi vuorovaikutteisessa ympäristössä. Käytännössä eheyttämistä voidaan toteuttaa esimerkiksi opiskelemalla samaa ilmiötä samanaikaisesti useammassa oppiaineessa, järjestämällä opintokäyntejä, teemapäiviä tai leirikouluja tai esikoulumallin mukaisesti kokonaisopetuksena.

2.4.2 STEM ja STEAM

Perinteiseen matematiikan opetukseen kohdistunut kritiikki on saanut aikaan uusia tapoja jäsentää matematiikan opetusta ja oppimista. Mekaanisen ja hiljaisen laskutoimitusten suorittamisen tilalle on tullut vuorovaikutteinen, ongelmalähtöinen ja muita lähitietoita integroiva työskentely, kuten seuraavassa esiteltävä STEM ja siitä edelleen kehitelty STEAM. Ne osaltaan vastaavat OPS:n edellyttämään monialaisuuteen ja ilmiöpohjaisuuteen. Vielä näistä on kuitenkin hyvin vähän varsinaista tutkimustietoa, eikä juuri löydy STEM- tai STEAM-oppimistuloksia (Vainikainen ym. 2015). Seuraavat STEM- ja STEAM –määrittelyt on poimittu pienin muutoksin vuonna 2019 valmistuneesta kandidatin työstäni lisäten olennaisia uusia lähteitä.

2.4.3 STEM

STEM on lyhenne sanoista Science, Technology, Engineering ja Mathematics. Näiden integroiminen on mielekästä, koska ne tuovat lisäperspektiiviä opiskeluun. STEM- opiskelussa ja on otettu huomioon esimerkiksi oppijan kiinnostuksen vaikutus oppimiseen, ja täten oppimisprosessin monisyinen luonne (Salmi, Thuneberg & Fenyvesi, 2017.) “Tekemällä oppii parhaiten”- sanonta on tuttu. Sanonta juontuu varmasti ajatuksesta, jonka mukaan oppimista ei tapahdu pelkästään havainnoiden ja teoriatasolla. On selvää, että esimerkiksi metallisorvari oppii työnsä lopullisesti vasta sorvin ääressä, tai lentokapteeni

lentokoneen ohjaimissa. STEM:n mukaan tätä ajatusta pitää hyödyntää myös lasten matematiikan opetuksessa.

Eri konkreettisin työvälinein tapahtuva opetus helpottaa oppimista pelkkien symbolien sijaan. Tämän lisäksi toiminta eri oppimisympäristöissä saattaa vaikuttaa tekemisen mielekkyyteen sekä motivaatioon, ja tätä kautta oppimiseen. STEM-aineiden suosiossa ja oppimisessa on silti ollut jatkuvia puutteita, joten mukaan on otettu uuden trendin mukaisesti seuraavaksi esiteltävä STEAM-malli (Salmi ym., 2017).

2.4.4 STEAM

Askeleena eteenpäin on siirrytty STEAM- opetukseen. STEAM on lyhenne sanoista Science, Technology, Engineering, Art ja Mathematics. Se on opetusmalli, jonka perusideana on integroida abstraktia matematiikkaa ja muitakin STEM- aineita taiteeseen, joka korostaa luovuuden merkitystä (Miller & Dumford, 2016). Taiteen avulla voidaan todistaa ja selittää matemaattisia ilmiöitä. Sen keskiössä on Deweyn (1980) learning by doing- pedagogiikka ja Oppenheimerin hands on -ajatus tiedekeskuspedagogiikassa (1968). Testatessaan ajatteluaan lasten tulee saada käyttää vaistojaan konkreettisesti käsillä tehden. Eri materiaalien käyttäminen hyvin useilla tavoilla auttaa matematiikan oppimisessa; abstraktit matemaattiset ilmiöt tulevat paremmin ymmärretyiksi ja luova ongelmanratkaisukyky kehittyy. Tällaisessa matematiikanopetuksessa matematiikasta tulee merkityksellistä (Thuneberg ym. 2017), jolloin päästään opetussuunnitelman tavoitteeseen, jonka mukaan oppilaiden tulisi kokea matematiikka hyödylliseksi omassa elämässään. Erityisesti Englannissa on huomioitu visuaalisten ja esteettisten komponenttien esiin tuominen osana teknologian opettamista (Burnard, Dragovic, Jasilek ym., 2017). Aiheesta on myös koottu kattava BERA-raportti, joka esittelee suomalaista taide- ja taitoaineita muihin oppiaineisiin yhdistävää opetusta (BERA, 2017). STEAM-mallia hyödyntävä pedagogiikka on kasvussa kansainvälisesti. Myös EU on ottanut tämän esille rahoitusohjelmissa ja asiakirjoissa (EU, 2015). Se on nostanut suosiotaan myös USA:ssa ja erityisesti Etelä-Koreassa (Yakman & Lee, 2012).

Taidetta ja matematiikkaa yhdistää moni tekijä. Molempien perusilmiöihin kuuluvat esimerkiksi tila ja muoto. Taiteen tekeminen vaatii yleensä konkreettisia käsityötaitoja, mutta se on myös emotionaalinen prosessi, johon kuuluvat leikki, riskinotto ja mielikuvitus. Mielikuvituksen merkitystä on usein aliarvioitu akateemisten kouluaineiden opetuksessa, vaikka se on elinehto kekseliäälle oppijalle. Matematiikan ja taiteen yhdistäminen

tarjoaa oppilaille mahdollisuuden lähestyä matemaattisia ongelmia uudesta näkökulmasta, koska mielikuvitus, joka liitetään vahvasti taiteeseen, antaa mahdollisuuden nähdä asioita eri tavoin (Thuneberg ym. 2017.)

Myös luovilla aloilla on ollut havaittavissa, että matemaattis-loogista päättelykykyä arvostetaan yhä enemmän. Esimerkiksi tulevaisuuden muotoilija, joka ymmärtää hyvin matematiikkaa, voi saada alallansa kilpailuetua. Tämä selittyy sillä, että nykyajan muotoilu on siirtynyt vahvasti aineettomaan muotoiluun. Esimerkiksi suuria datamassoja hyödyntämällä tehty älykkäiden palveluiden muotoilu suoratoistopalveluissa kuvastaa tämän päivän muotoilua. Teknologia ja matematiikka liittyy siis hyvin vahvasti nykyään luovan alan työhön (Kutvonen 2018). Matematiikka, tiede ja tekniikka on perinteisesti ajateltu kiinnostavan enemmän poikia kuin tyttöjä. Viime aikoina on kuitenkin saatu tutkimustuloksia (Burnard ym., 2017), jotka ovat antaneet viitteitä myös tyttöjen kiinnostuksen kasvusta teknisiä aiheita kohtaan STEAM-opetuksessa (Yakman & Lee, 2012). Samansuuntaisia tuloksia on saatu hiljattain myös Suomesta (Thuneberg, Salmi & Bogner, 2018).

Lapset ovat osoittaneet, että hands on -metodia käytettäessä he haluavat oppia lisää ja he myös oppivat ja muistavat paremmin (Scruggs & Mastropieri 1993). Opettajat ovat kertoneet, että se on kaikista tehokkain opetusmetodi oppilailleen. Metodi on todistetusti sopiva myös heikommille oppijoille ja emotionaalisista haasteista kärsiville oppijoille (Ballantyne & Packer 2009.)

2.5 Suomalaisten oppilaiden matemaattiset taidot kansainvälisten tutkimusten valossa

Suomi osallistui 2000-luvun alkupuolella kansainvälisiin arviointitutkimuksiin, joissa mitattiin eri maiden oppilaiden osaamisen tasoa eri oppiaineissa, eritoten matematiikassa. Tutkimusten tarkoituksena on antaa osallistuville maille eväät arvioida ja peilata omaa koulutusjärjestelmäänsä laajemmin kuin pelkästään kansallisella tasolla. Kansainvälisessä vertailussa kukin maa pystyy paremmin kiinnittämään huomiota oman järjestelmänsä vahvuuksiin ja heikkouksiin, ja täten kehittämään omaa opetustaan (Kupari & Hiltunen, 2018, s. 18.)

2.5.1 TIMSS-tutkimus

IEA-järjestön (International Association for the Evaluation of Educational Achievement) lanseeraaman TIMSS-tutkimuksen (Trends in International Mathematics and Science Study) lähtökohtana on löytää tekijöitä, jotka vaikuttavat oppilaiden matematiikan osaamiseen ja joihin voidaan vaikuttaa eri oppimisolosuhteita kehittämällä (Kupari & Hiltunen, 2018, s. 20.) Suomi osallistui tutkimukseen vuosina 1999, 2011 ja 2015. Vuoden 1999 TIMSS- tutkimukseen osallistui Suomesta 3060 oppilasta 159 koulusta. Vuoden 2011 tutkimukseen osallistui neljäsluokkalaisia Suomen 145 koulusta 4638 oppilasta ja kahdeksasluokkalaisia 4266 oppilasta 145 eri koulusta. Vuoden 2015 tutkimukseen osallistui Suomesta 5015 neljäsluokkalaista 158 koulusta (Kupari & Hiltunen, 2018, s. 23-24.)

2.5.2 PISA-tutkimus

Vuosituhanen vaihteessa OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) lanseerasi PISA-arviointiohjelman (Programme for International Student Assessment), jossa arvioidaan osallistujamaiden 15-vuotiaiden osaamista eri aihealueilla. Tutkimus toteutetaan joka kolmas vuosi ja siinä arvioidaan matematiikan, luonnontieteiden ja lukutaidon osaamista, painottaen alueista aina yhtä kerrallaan pääalueena ja muita sivualueena. Vuosina 2003 ja 2012 PISA-tutkimus painottui matematiikkaan (Kupari & Hiltunen, 2018, s. 18.) Siihen osallistui vuonna 2003 Suomen 197 koulusta 5796 15-vuotiasta oppilasta. Vuoden 2012 tutkimukseen osallistui 10157 oppilasta 311 eri koulusta (Kupari & Hiltunen, 2018, s. 35-36.)

2.5.3 Suomalaisten oppilaiden matemaattisen osaamisen kehitys vuosina 1999-2015 TIMSS- ja PISA-tutkimusten mukaan

Kansainvälisten arviointitutkimusten valossa suomalaisten oppilaiden matematiikan osaaminen on ollut hyvällä tasolla 2000-luvulla. Osallistujamaita tai alueita on ollut TIMSS-tutkimuksessa vuodesta riippuen 38-50 ja PISA-tutkimuksessa 41-65. Lähes poikkeuksetta suomalaisoppilaiden tulosten keskiarvo on ollut 15 parhaan osallistujan tai alueen joukossa. Suomen tuloksia leimaa niiden pieni hajonta, sekä heikosti pärjäävien oppilaiden pieni osuus otannasta. Samalla kuitenkin parhaiten menestyvien oppilaiden joukossa on vain pieni määrä suomalaisia (Kupari & Hiltunen, 2018, s. 47-48.)

Hyvien tulosten sisältä löytyy kuitenkin huolen aiheita. Suomalaisoppilaiden tulokset ovat jatkuvasti heikentyneet 16 vuoden aikana. Varsinkin yläkoululaisten tulokset viestivät siitä, että matematiikan osaamisen tasoa ei ole pystytty säilyttämään entisellään. Seitsemäsluokkalaisten osaaminen on heikentynyt kouluvuoden verran ja 15-vuotiaat edistyvät matematiikassa puoli vuotta jäljessä, kun verrataan viimeisimpiä tuloksia ensimmäisiin 2000-luvun tuloksiin. Myös koko peruskoulun poikien tulokset ovat heikentyneet verrattuna tyttöihin. Lisäksi suomalaisoppilaiden asenteet matematiikkaa kohtaan ovat heikentyneet. Tuloksista on nähtävissä, että mitä vanhemmaksi lapsi kasvaa, sitä kielteisemmäksi asenne matematiikan opiskelua kohtaan muuttuu. Vaikka Suomen peruskoulussa osataankin matematiikkaa vielä hyvin, on haasteena sen osaamisen tason säilyttäminen myös tulevaisuudessa (Kupari & Hiltunen, 2018, s. 48-50.)

Näissä tuloksissa ei kuitenkaan siis vielä näy STEAM-opetuksen vaikutuksia.

3 Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tehtävänä oli selvittää kuudesluokkalaisten oppilaiden kiinnostusta matematiikkaa kohtaan, sekä tutkia oliko koulun ulkopuolisella taide- ja matematiikkanäyttelyllä vaikutusta kiinnostukseen. Tutkimuksessa kartoitettiin etenkin oppilaan koulumenestyksen ja suhteellisen autonomian yhteyttä matematiikan opiskelun mielekkyyteen koulussa ja sen ulkopuolella. Tutkimuksessa analysoitiin myös matematiikan mielekkyyden ja muiden tekijöiden yhteyttä siihen ennustettavuuteen, suuntaako oppilas peruskoulun jälkeen ammatilliseen koulutukseen vai lukioon.

Tutkimuskysymykset olivat:

1. Miten tyttöjen ja poikien koulumenestys on yhteydessä kiinnostukseen opiskella matematiikkaa koulussa ja informaalissa oppimisympäristössä?
2. Miten tyttöjen ja poikien suhteellisen autonomian kokemus on yhteydessä kiinnostukseen opiskella matematiikkaa koulussa ja informaalissa oppimisympäristössä?
3. Miten sukupuoli, koulumenestys, kiinnostus matematiikan opiskeluun koulussa ja matematiikkanäyttelyssä sekä suhteellisen autonomian kokemus ennustivat suuntautumista ammatilliseen oppilaitokseen tai lukioon?

Tutkimuskysymyksiin etsittiin vastauksia kyselylomakkeiden avulla, joita analysoimalla saatiin sekä kokonaiskuva tutkittavasta ryhmästä että mahdollisuus tyttöjen ja poikien tulosten vertailuun.

4 Tutkimuksen toteutus

4.1 Koehenkilöt ja otanta

Tutkimukseen osallistui 256 12-13-vuotiasta peruskoulun kuudesluokkalaista oppilasta keski-suomalaisesta kaupungista. Oppilaista tyttöjä oli 134 (52%) ja poikia 122 (48%). He ottivat osaa interaktiiviseen näyttelyyn ja työpajaan, jotka yhdistivät matematiikkaa ja taidetta. Kaikista näyttelyyn ilmoittautuneista kouluista valittiin satunnaisesti viisi koulua tutkimukseen. Tutkimus toteutettiin hyvää tutkimusetiikkaa noudattaen. (Hirsjärvi ym., 1997, s. 26).

4.2 Taide- ja matematiikanäyttely

Näyttelyssä oli 11 työpistettä, joissa oppilaat saivat lyhyen johdannon jälkeen kokeilla ja opiskella vapaasti erilaisia tiedenäyttelyn esineitä 45 minuutin ajan. Sen jälkeen oppilaat osallistuivat vielä 45 minuutin työpajaan, jossa he saivat rakentaa omat teoksensa pienistä muoviputkista ja -paloista. Rakentelu perustui heidän ryhmissä piirtämänsä suunnitelmaan.

Työkalu eli 4D Frame on monipuolinen työkalu. Rakennussarjan on kehittänyt korealainen insinööri Park Hogul, joka yhdistää klassista korealaista arkkitehtuuria, taidetta ja matematiikkaa. Oppilaiden käyttämät 2-30 cm pitkät muoviputket ja liittimet mallintavat perinteisen korealaisen puurakentamisen tekniikkaa. Kappaleiden avulla pystyy hahmotamaan käytännössä rakentamisen geometriaa omaa luovuutta käyttäen. Taiteen ja matematiikan yhteys säilyy koko prosessin ajan. Rakennussarja antaa mahdollisuuden lukemattomiin vaihtoehtoihin suunnitella ja toteuttaa omanlaisiaan töitä, mikä antaa ideaalin pohjan ongelmalähtöiselle oppimiselle. (Salmi, Thuneberg & Fenyvesi 2017, Fenyvesi, Koskimaa & Lavicza, 2015)

4.3 Tutkimuksessa käytetyt mittarit

Pro gradussa on analysoitu empiiristä aineistoa ja sovellettu kvantitatiivista tutkimusotetta. Tutkimuksessa käytettiin olemassa olevaa aineistoa, joka on peräisin laajemmasta tutkimuskokonaisuudesta liittyen matematiikkaa ja taidetta yhdistävään työpajaan. Menetelmänä oli kysely ja tähän pro graduun on valittu osa sen mittareista. Näiden avulla pyritään vastaamaan tutkielman tutkimuskysymyksiin.

4.3.1 Deci-Ryanin autonomisen motivaation testi

Deci-Ryanin asteikko, joka mittaa autonomista motivaatiota, perustuu itsemääräämisteorian (Self Determination Theory) (Ryan & Deci, 2000). Se teetettiin alkutestinä ennen näyttelykäyntiä. Deci-Ryanin testin (SRQ-A: Self-Regulation Questionnaire-Academic) asteikossa on 32 osiota, neljällä Likertin vaihtoehdolla: 1 = ei pidä paikkaansa, 2 = ei kokonaan pidä paikkaansa, 3 = pitää melkein paikkaansa, 4 = pitää täysin paikkaansa.

Kysymykset oli laadittu hahmottamaan oppilaiden motivaatiotyyppiä. Heiltä kysyttiin esimerkiksi syitä, miksi he tekevät läksyjä tai yrittävät vastata vaikeaan kysymykseen oppitunnilla. Deci-Ryanin motivaatiotyyppiä määrittelevät summamuuttujat ulkoisesta sisäiseen olivat järjestyksessä external, introjected, identified ja intrinsic. Ryanin ja Connellin kehittämään kaavaan pohjautuen myös RAI (Relative Autonomy Index), eli suhteellisen autonomian indeksi laskettiin. RAI kokoaa motivaatiotyyppit ja sen avulla lasketaan oppilaan suhteellinen autonomian lukema. Positiivinen RAI -lukema tarkoittaa autonomista kokemusta, kun taas negatiivinen lukema viittaa siihen, että yksilö luottaa enemmän muihin kuin itseensä. SRQ-A:n luotettavuus oli hyvä, Cronbachin $\alpha = .895$, 32 osiota.

4.3.2 Koulumenestys

Tutkimuksessa käytettiin koulumenestyksen mittarina oppilaiden sekä kaikkien aineiden että lukuaineiden keskiarvoa.

4.3.3 Semanttinen differentiaali –testi

Semanttisen differentiaali metodia (Osgood, 1964) avulla voidaan tutkia esimerkiksi vertaisryhmän jäsenten käsityksiä samanlaisista asioista eri ympäristöissä. Menetelmää on käytetty koulun ulkopuolisen oppimisen tutkimisessa (Salmi & Thuneberg, 2011), johon sen on todettu soveltuvan hyvin (Kerr & Murphy, 2012). Testillä kartoitettiin tilannetta ennen ja jälkeen näyttelykäynnin mittaamalla, miten oppilaat kokivat matematiikan opiskelun koulussa ja matematiikanäyttelyssä. Se koostui vastakohtaisista sanapareista, jotka olivat samoja alkuperäisessä ja jälkitestissä. Erona oli vain se, että alkutesti liittyi kouluun ja jälkitestit matematiikanäyttelyyn. Sanaparin välillä oli asteikko yhdestä viiteen ja oppilas laittoi merkinnän sen numeron kohdalle, joka vastasi eniten hänen mielipidettään.

Testin yhtenä väittämänä oli “Matematiikan opiskelu koulussa/matematiikkanäyttelyssä oli mielestäni”: tärkeää/turhaa (5 = tärkeää ja 1 = turhaa), modernia/vanhanaikaista (5 = modernia ja 1 = vanhanaikaista) ja vapaamuotoista/tiukasti ohjattua (5 = vapaamuotoista ja 1 = tiukasti ohjattua). Alkutestissä Cronbachin $\alpha = .90$, 14 osiota ja jälkitestissä Cronbachin $\alpha = .90$, 14 osiota.

4.3.4 Oppilaan suuntautuminen peruskoulun jälkeisiin opintoihin

Tutkimuskysymyksenä olevaan oppilaan peruskoulun jälkeisiin opintoihin suuntautumiseen etsittiin vastausta seitsemänportaisella Likert-asteikolla olevilla muuttujilla. Oppilailta kysyttiin valintatoivetta ja sen vahvuutta jatkaa peruskoulun jälkeen lukioon tai ammatilliseen koulutukseen.

4.4 Tilastolliset analyysimenetelmät

Aineiston jakautumista tutkittiin ensin graafisesti ja muuttujien havaittiin olevan normaalisti jakautuneita. Näin ollen voitiin käyttää keskiarvoon perustuvia parametrisia menetelmiä. Tyttöjen ja poikien välisiä eroja tarkasteltiin yksisuuntaisella varianssianalyysillä (ANOVA). Testaukset tehtiin koulumenestyksen, tulevaisuuden suunnitelmien ja matematiikkakiinnostuksen suhteen. Myös suhteellisen autonomian kokemuksen (RAI) eroja testattiin. Muuttujien välisiä korrelaatioita testattiin Pearsonin kertoimella. Analyysissa käytettiin IBM SPSS Statistics 25 –ohjelmistoa.

5 Tutkimustulokset ja niiden tulkintaa

5.1 Kuvailevia tunnuslukuja ja ryhmävertailuja

5.1

5.1.2 Motivaatio

Suhteellisen autonomian indeksin (RAI) keskiarvo oli .11 (ha= 1.89). Tyttöjen ja poikien autonomian kokemus ei eronnut tilastollisesti merkitsevästi [$F(1,251) = 3.22, p = .07$].

Taulukko 5. Suhteellisen autonomian indeksin (RAI) keskiarvo ja keskihajonta.

Sukupuoli	Keskiarvo	N	Keskihajonta
Tytöt	,3156	131	2,05121
Pojat	-,1112	121	1,68704
Koko joukko	,1107	252	1,89354

5.1.3 Kiinnostus matematiikkaan

Matematiikka koulussa -muuttujan keskiarvo oli 3.34 (ha= .70). Tyttöillä ja pojilla ei ollut eroa kiinnostuksessa [$F(1,253) = .82, p = .78$].

Taulukko 6. Oppilaiden kiinnostus matematiikkaan koulussa –muuttujan keskiarvo ja keskihajonta.

Sukupuoli	Keskiarvo	N	Keskihajonta
Tytöt	3,3543	132	,59877
Pojat	3,3290	122	,80283
Koko joukko	3,3422	254	,70289

Matematiikka näyttelyssä -muuttujan keskiarvo oli 3.30 (ha= .67). Tässä ei myöskään ollut eroa tytöillä ja pojilla [F (1,225)= .90, p= .34].

Taulukko 7. Oppilaiden kiinnostus matematiikkaan näyttelyssä -muuttujan keskiarvo ja keskihajonta.

Sukupuoli	Keskiarvo	N	Keskihajonta
Tytöt	3,3391	118	,58762
Pojat	3,2550	108	,74272
Koko joukko	3,2989	226	,66607

5.1.4 Muuttujien väliset korrelaatiot

Matematiikka koulussa- muuttujalla oli tilastollisesti merkitsevä korrelaatio matematiikka näyttelyssä- muuttujan kanssa. Koko ryhmällä $r = .31$, $p < .001$, tytöillä $r = .357$, $p < .001$ ja pojilla $r = .277$, $p < .01$. Sillä oli tilastollisesti merkitsevä korrelaatio myös sekä kaikkien aineiden keskiarvon (koko ryhmällä $r = .284$, $p < .001$, tytöillä $r = .263$, $p < .01$ ja pojilla $r = .354$, $p < .001$) että lukuaineiden keskiarvon (koko ryhmällä $r = .279$, $p < .001$, tytöillä $r = .216$, $p < .05$ ja pojilla $r = .374$, $p < .001$) kanssa.

Matematiikka koulussa- muuttujalla ei ollut tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota ammatilliseen koulutukseen tähtäävien opiskelijoiden muuttujan kanssa (koko ryhmällä $p = .711$, tytöillä $p = .116$ ja pojilla $p = .486$). Sillä oli kuitenkin tilastollisesti merkitsevä korrelaatio lukioon tähtäävien opiskelijoiden muuttujan kanssa (koko ryhmällä $r = .287$, $p < .001$, tytöillä $r = .234$, $p < .01$ ja pojilla $r = .354$, $p < .001$).

Matematiikka näyttelyssä- muuttujalla ja kaikkien aineiden keskiarvolla ei ollut tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota (koko ryhmällä $p = .128$, tytöillä $p = .363$ ja pojilla $p = .337$). Sillä ei myöskään ollut tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota lukuaineiden keskiarvon (koko ryhmällä $p = .262$, tytöillä $p = .695$ ja pojilla $p = .370$) kanssa. Matematiikka näyttelyssä- muuttujalla ja ammatilliseen koulutukseen tähtäävien opiskelijoiden muuttujalla ei ollut tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota (koko ryhmällä $p = .881$, tytöillä $p = .639$ ja pojilla $p = .452$). Se ei myöskään korreloinut lukioon tähtäävien opiskelijoiden muuttujan kanssa (koko ryhmällä $p = .219$, tytöillä $p = .639$ ja pojilla $p = .182$).

Kaikkien aineiden keskiarvo ja lukuaineiden keskiarvo korreloivat merkitsevästi ja negatiivisesti ammattikouluun suuntautumiseen (kaikki aineet ka: $r = -.218$, $p < .01$, lukuaineet ka $r = -.234$, $p < .001$). Myös lukioon suuntautumiseen korrelaatiot olivat merkitsevät (kaikki aineet ka $r = .427$, $p < .001$, lukuaineet ka $r = .436$, $p < .001$). Poikien korrelaatiot ovat tyttöjä vahvemmat, ks. taulukot 8-10.

Suhteellisen autonomian kokemus ei korreloinut matematiikka näyttelyssä- muuttujan kanssa ($p = .103$). Tytöillä ($p = .119$) ja pojilla ($p = .505$). Sillä oli kuitenkin tilastollisesti merkitsevä korrelaatio matematiikka koulussa- muuttujan kanssa. Siinä koko ryhmällä $r = .33$, $p < .001$, tytöillä $r = .48$, $p < .001$ ja pojilla $r = .211$, $p < .05$.

Koko ryhmän suhteellisen autonomian kokemuksella oli tilastollisesti merkitsevä korrelaatio myös kaikkien aineiden keskiarvon $r = .19$, $p < .01$ kanssa. Tyttöjen ja poikien korrelaatiot erosivat kuitenkin tässä kohtaa. Tyttöillä ($p = .286$) ja pojilla $r = .249$, $p < .01$, joten tytöillä nämä muuttujat eivät korreloineet keskenään ja pojilla niillä oli tilastollisesti merkitsevä korrelaatio. Suhteellisen autonomian kokemuksella ja lukuaineiden keskiarvolla oli koko ryhmän osalta tilastollisesti merkitsevä korrelaatio $r = .154$, $p < .05$. Tyttöillä ei kuitenkaan havaittu korrelaatiota ($p = .560$) ja pojilla niillä oli tilastollisesti merkitsevä korrelaatio $r = .246$, $p < .01$.

Suhteellisen autonomian kokemuksella ja peruskoulun jälkeen ammatilliseen koulutukseen tähtäävien opiskelijoiden muuttujilla ei ollut tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota (koko ryhmällä $p = .459$, tytöillä $p = .919$ ja pojilla $p = .459$). Sillä oli kuitenkin tilastollisesti merkitsevä korrelaatio lukioon tähtäävien opiskelijoiden muuttujan kanssa (koko ryhmällä $r = .241$, $p < .001$, tytöillä $r = .197$, $p < .05$ ja pojilla $r = .264$, $p < .01$).

Taulukko 8. Muuttujien väliset korrelaatiot koko ryhmällä.

	RAI		Matem. koulussa		Matem. näytte-lyssä		Kaikki aineet ka.		Lukuaineet ka.		Koulun jäl-keen amm.	
	r	N	r	N	r	N	r	N	r	N	r	N
Matem. koulussa	.33**	251										
Matem. näytte-lyssä	.11	224	.31**	226								
Kaikki ai-neet ka.	.19**	244	.28**	246	.10	218						
Lukuai-neet ka.	.15*	244	.28**	246	.08	218	.97	248				
Koulun jäl-keen amm.	-.05	240	-.02	239	.01	212	-.22**	232	-.23**	232		
Koulun jäl-keen lukio.	.24**	238	.29	239	.09	213	.43**	232	.44**	232	-.39	235

Taulukko 9. Muuttujien väliset korrelaatiot tytöillä.

	RAI		Matem. koulussa		Matem. näyttelyssä		Kaikki ai- neet ka.		Lukuaineet ka.		Koulun jäl- keen amm.	
	r	N	r	N	r	N	r	N	r	N	r	N
Ma- tem. kou- lussa	.48**	130										
Ma- tem. näyt- te- lyssä	.15	117	.36**	118								
Kaikki aineet ka.	.09	130	.26**	131	.09	117						
Luku- aineet ka.	.05	130	.22*	131	.04	117	.98**	132				
Kou- lun jäl- keen amm.	-.01	129	-.14	128	-.04	115	-.17	128	-.18*	128		
Kou- lun jäl- keen lukio.	.20*	129	.23**	130	-.03	117	.40**	130	.42	130	-.39**	127

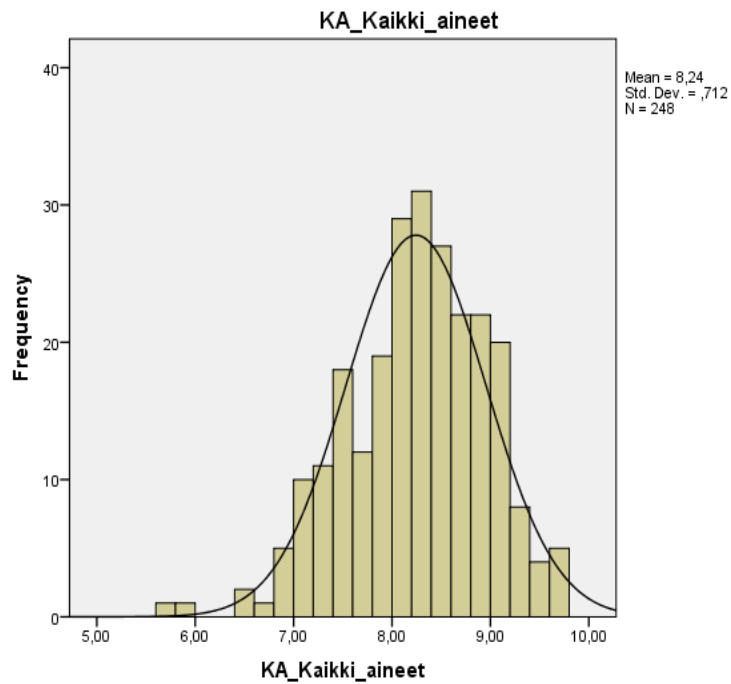
Taulukko 10. Muuttujien väliset korrelaatiot pojilla.

	RAI		Matem. koulussa		Matem. näytte-lyssä		Kaikki ai- neet ka.		Lukuaineet ka.		Koulun jäl- keen amm.	
	r	N	r	N	r	N	r	N	r	N	r	N
Matem. kou- lussa	.21*	121										
Matem. näytte- lyssä	.07	107	.28**	108								
Kaikki aineet ka.	.25**	114	.35**	115	.10	101						
Lukuai- neet ka.	.25**	114	.37**	115	.09	101	.96**	116				
Koulun jäl- keen amm.	-.07	111	.07	111	.08	97	-.20*	104	-.24*	104		
Koulun jäl- keen lukio.	.26**	109	.35**	109	.14	96	.33**	102	.36**	102	-.36**	108

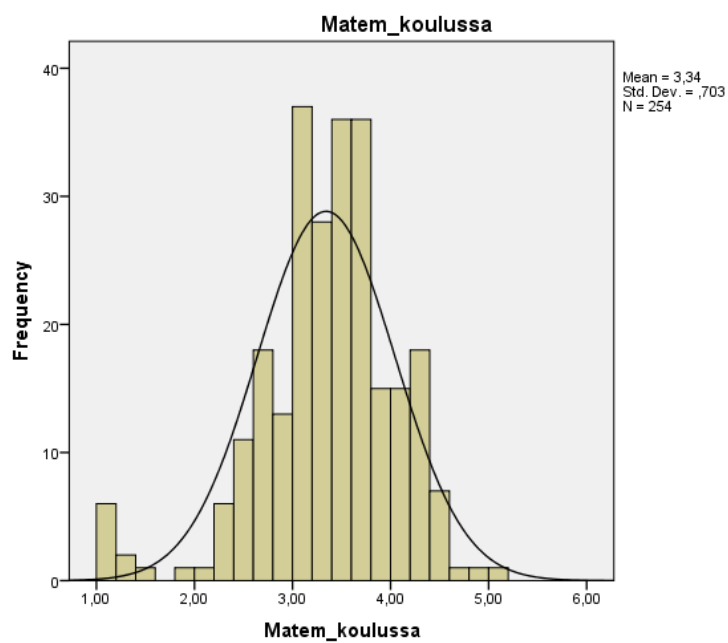
6 Luotettavuus

Matematiikan opiskelu koulussa- sanaparin reliabiliteetti eli Cronbachin $\alpha = .92$ (14 osiota). Matematiikka näyttelyssä- sanaparilla se oli .90 (14 osiota), ulkoisella motivaatiotyyppillä .76 (9 osiota), introjektisella motivaatiotyyppillä .83 (9 osiota), identified- motivaatiotyyppillä .82 (7 osiota), sisäisellä motivaatiotyyppillä .82 (7 osiota), kaikkien aineiden keskiarvolla .91 (11 osiota) ja lukuaineiden keskiarvolla .91 (7 osiota). Cronbachin alfa-kerroin oli kaikilla muuttujilla korkea, eli ne on mielekästä yhdistää luotettavuuden näkökulmasta.

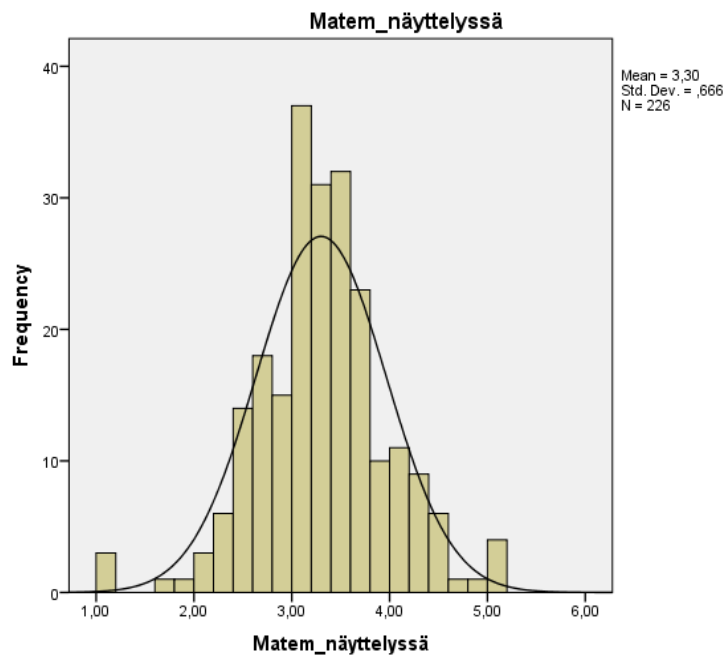
Kun tutkittiin muuttujien normaalisuutta kuvaajien avulla, huomattiin että kaikissa muuttujissa on symmetrinen kuvaaja. Ne ovat siis normaalisti jakautuneita muuttujia. Kuvaajien lisäksi mediaanien ja keskiarvojen tarkastelu osoittaa, että parametrisiä testejä voitiin pitää perusteltuina (ks. kuviot 1-4).



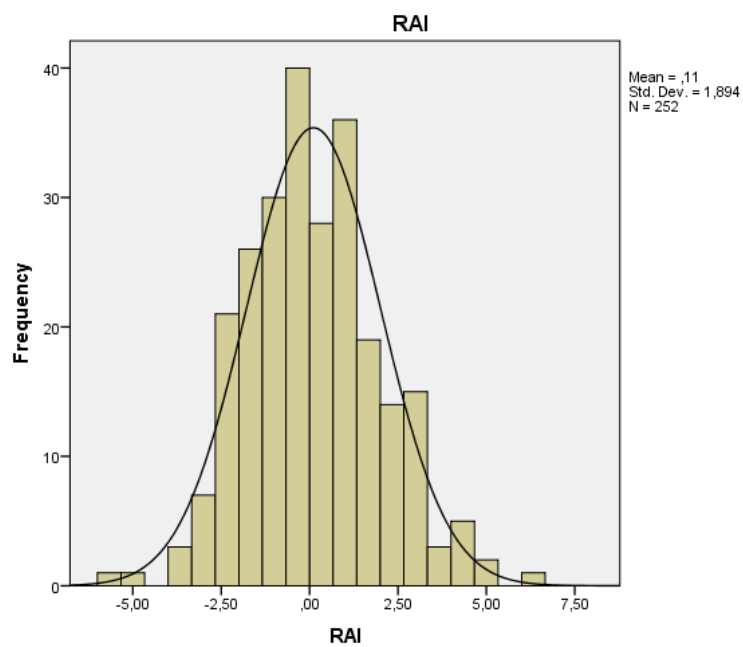
Kuvio 1. Kaikkien aineiden keskiarvojen jakauma.



Kuvio 2. Matematiikka koulussa- sanaparin keskiarvojen jakauma.



Kuvio 3. Matematiikka näyttelyssä- sanaparin keskiarvojen jakauma.



Kuvio 4. Suhteellisen autonomian indeksin keskiarvojen jakauma.

7 Pohdintaa

Ensimmäiseen tutkimuskysymykseen vastaus tyttöjen ja poikien koulumenestyksen yhteydestä kiinnostukseen opiskella matematiikkaa koulussa ja informaalisissa oppimisympäristössä löytyi analysoimalla korrelaatioita (ks. taulukot 9-10).

Koska tytöillä että pojilla kiinnostus matematiikkaan koulussa korreloi sekä lukuaineiden että kaikkien aineiden keskiarvoon, voidaan todeta, että paremmin menestyvät olivat enemmän kiinnostuneita matematiikan opiskelusta koulussa kuin heikommin menestyvät. Pojilla koulumenestyksen yhteys kiinnostukseen oli vahvempi kuin tytöillä. Koska kiinnostus matematiikkaan näyttelyssä ei korreloinut lukuaineiden tai kaikkien aineiden keskiarvon kanssa, voidaan päätellä, että huonommin tai paremmin koulussa menestyvät kiinnostuivat matematiikasta näyttelyssä saman verran. Näin ollen näyttely näytti onnistuvan tasoittamaan koulumenestykseen liittyviä eroja ja herättämään kiinnostuksen myös niillä oppilailla, joilla kiinnostus koulumatematiikkaa kohtaan oli vähäisempää ja koulumenestys heikompaa.

Vastaus toiseen tutkimuskysymykseen siitä, miten tyttöjen ja poikien suhteellisen autonomian kokemus oli yhteydessä kiinnostukseen opiskella matematiikkaa koulussa ja informaalisissa oppimisympäristössä, tutkittiin korrelaatioita tarkastelemalla (ks. taulukot 9-10). Suhteellisen autonomian kokemus (RAI) ei korreloinut matematiikasta kiinnostumiseen näyttelyssä. Se kuitenkin korreloi matematiikasta kiinnostumiseen koulussa. Tarkemmassa tarkastelussa voitiin todeta, että tämä yhteys oli tytöillä huomattavasti voimakkaampi.

Vastaus kolmanteen tutkimuskysymykseen eli miten sukupuoli, koulumenestys, kiinnostus matematiikan opiskeluun koulussa ja matematiikan näyttelyssä sekä suhteellisen autonomian kokemus ennustivat suuntautumista ammatilliseen oppilaitokseen tai lukioon löytyi keskiarvoja tutkimalla ja korrelaatioita analysoimalla. Kiinnostus lukioon menoon oli muuttujan keskiarvon perusteella suurempaa kuin ammattikouluun menoon. Pojat olivat tyttöjä kiinnostuneempia suuntautumaan ammatilliseen koulutukseen ja tytöt poikia kiinnostuneempia jatkamaan lukioon (ks. taulukot 3-4 ja 9-10).

Kaikkien aineiden ja lukuaineiden keskiarvo korreloivat merkitsevästi ammattikouluun ja lukioon suuntautumisen. Koska korrelaatio ammattikouluun suuntautumisen kanssa oli negatiivinen, se tarkoittaa, että mitä pienempi keskiarvo oli, sen todennäköisemmin oppilas halusi suuntautua ammatilliseen koulutukseen peruskoulun jälkeen. Positiivinen korrelaatio koulumenestyksen ja lukioon suuntautumisen kanssa tarkoittaa, että mitä suurempi keskiarvo oli, sen todennäköisemmin oppilas halusi jatkaa lukioon peruskoulun jälkeen. Koulumenestyksen ja lukioon menon yhteys oli voimakkaampi kuin ammattikouluun menon. Pojilla molemmat yhteydet olivat voimakkaammat eli pojilla menestyminen koulussa on enemmän sidoksissa tulevaisuuden suunnitelmiin kuin tytöillä (ks. taulukot 8-10).

Kiinnostus matematiikkaan koulussa ei korreloinut ammattikouluun tähtäämiseen kanssa, mutta kylläkin lukioon tähtäämiseen, etenkin pojilla. Kiinnostus matematiikkaan näyttelyssä ei ollut yhteydessä jatko-opintoihin suuntautumiseen. Suhteellisen autonomian kokemus (RAI) ei korreloinut ammattikouluun suuntautumisen kanssa. Se kuitenkin korreloi lukioon tähtäämisen kanssa ja enemmän pojilla. Voidaan siis todeta että mitä enemmän autonomiseksi oppilas kokee itsensä, sitä todennäköisemmin hän haluaa jatkaa lukioon peruskoulun jälkeen (ks. taulukot 8-10).

Tämän gradun pohjalta voisi hyvin lähteä seuraavaksi tutkimaan syitä suomalaisten lasten matematiikan osaamisen tason laskuun. Esimerkiksi matematiikan osalta on pystytty osoittamaan, että jo ennen kouluikää kehittynyt lukujono-osaaminen pohjustaa vankan positiivisen asenteen matematiikkaa kohtaan ja ennustaa hyviä oppimistuloksia matematiikassa koko peruskoulun ajan. Lukujonotaitojen puute taas liittyy vahvasti matematiikan oppimisvaikeuksiin (Aunola & Nurmi, 2018, s. 58-59). Kun lapsen tietyt taidot jäävät vajavaisiksi jo ennen kouluikää, voi oppiminen olla haasteellista lapsen siirtyessä kouluun.

Herkimmille ja työrauhaa tarvitseville oppilaille opiskelu luokkatilanteessa voi olla miltei mahdotonta. Täten oppilaalle voi jo ensimmäisinä kouluvuosina muodostua negatiivinen asenne opiskelua kohtaan. Pidän huomioitavana sitä, että matematiikan osaamisen tason lasku on alkanut samaan aikaan kuin älylaitteet ovat tulleet markkinoille. Tämä ei voi olla vaikuttamatta yleensäkin lasten keskittymiskykyyn. Tähän kun vielä lisätään se, että lapset nukkuvat nykyään vähemmän kuin ennen vuotta 2010 (THL, 2010-2017), saadaan monta mielenkiintoista aihetta tutkia matematiikan oppimistulosten heikkenemisen

syitä ja seurauksia. Olisi kiinnostavaa tutkia syvemmin esimerkiksi STEAM-mallin mahdollisuuksia keskittymiseen ja työrauhaan, osaamiseen, opiskeluasenteisiin ja motivaatioon, ja kuinka oppimistilanteet voisivat tällä tavalla muuttua.

Suomalaisten oppilaiden matematiikan osaaminen on heikentynyt viimeisten TIMSS ja PISA- tutkimusten mukaan merkittävästi vuosien 1999 ja 2015 välillä. Poikien tulokset ovat laskeneet enemmän kuin tyttöjen. Osaaminen on vielä kansainvälisellä mittarilla hyvällä tasolla, mutta tutkijoiden mukaan sen selkeä heikentyminen on huolestuttavaa. Myös asenteet matematiikkaa kohtaan ja sitoutuminen matematiikan opetukseen ovat heikentyneet. Suomalaiset oppilaat eivät enää pidä matematiikasta niin paljon kuin aikaisemmin (Kupari & Hiltunen, 2018, s. 49.) Tutkimustulokset ovat mielenkiintoisia. Jostain syystä opetussuunnitelmien kehitys ei ole onnistunut matematiikan kohdalla säilyttämään entistä osaamisen tasoa. Vaikka tässä pro gradussa ei mitattu oppimistuloksia, voitiin havaita että STEAM-malli voisi olla oivallinen keino laajemminkin tasoittaa matematiikan kiinnostuksen eroja, huolimatta oppilaiden koulumenestyksestä. Etenkin kun oppilaiden suhteellisen autonomian kokemusta vahvistetaan, esimerkiksi antamalla valinnanmahdollisuuksia, voi sillä olla vaikutuksia oppimistuloksiinkin. Tämä on mahdollista toteuttaa helpommin informaalissa oppimisympäristössä.

Lähteet

Aunola, K., & Nurmi, J-E. (2018). Matemaattisten taitojen kehitys kouluiässä. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg, & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja oppiminen* (s. 54–69). Porvoo. Niilo Mäki Instituutti.

Ballantyne, R. & Packer, J. (2009). Introducing a fifth pedagogy: experience-based strategies for facilitating learning in natural environments. *Environmental Education Research*, (15)2, 243-262.

Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215.

BERA (2017). Reviewing the potential and challenges of developing STEAM education through creative pedagogies for 21st learning: How can school curricula be broadened towards a more responsive, dynamic and inclusive form of education?

Braund, M. (2004). Learning science at museums and hands-on centres. In M. Braund, & M. Reiss (Eds.), *Learning Science Outside the Classroom* (pp. 113–128). London: RoutledgeFalmer.

Burnard, P., Dragovic, T., Jasilek, S., Biddulph, J., Rolls, L., Durning, A. & Fenyvesi, K. (2017). The Art of co-creating arts-based possibility spaces for fostering STE(A)M practices in primary education. T.Chemi, & X. Du (Eds.), *Arts-Based Methods in Education Around the World*. (pp. 245-279). Gistrup: River Publishers.

Byman, R. (2002). Voiko motivaatiota opettaa? Teoksessa P. Kansanen, & K. Uusikylä (toim.), *Luovuutta, motivaatiota, tunteita* (s. 25–41). Jyväskylä. PS-kustannus.

Dewey, J. (1980). *Art as experience*. The Berkley Publishing Group, Penguin, USA. *Art as experience*. The Berkley Publishing Group, Penguin, USA.

Engeström, Y. (1990). *Perustietoa opetuksesta*. Helsinki: Valtiovarainministeriö.

EU (2015). *Science Education for Responsible Citizenship*. Directorate-General for Research and Innovation. Science with and for Society. European Commission.

Fast, T. (2019). Matematiikan opetus alakoulussa STEAM-mallia soveltaen. Systemaattinen kirjallisuuskatsaus. Luokanopettajan kandidaatin tutkielma, painamaton lähde.

Fenyvesi, K., Koskimaa, R., & Lavicza, Z. (2015). Kokemuksellista matematiikan opetusta: Taidetta ja pelejä diginatiiveille. *Kasvatus & Aika*, 9(1).

Gallagher, M. (2012). Self-efficacy. Teoksessa V.S. Ramachandran (toim.), *Encyclopedia of Human Behavior* (pp. 314-320). Academic Press.

Hannula, M. & Holm, M. (2018). Oppilaan matematiikkakuva oppimistuloksena ja oppimisen taustatekijänä. Teoksessa Joutsenlahti, J., Silfverberg, H. & Räsänen, P. (toim.). *Matematiikan opetus ja oppiminen*. Jyväskylä. Niilo Mäki Instituutti, p. 132-154 23 p.

Hirsjärvi, S., Remes, P., & Sajavaara, P. (1997). *Tutki ja kirjoita*. Helsinki: Tammi.

Kallonen-Rönkkö, M. (1997). Matematiikan oppiminen ala-asteen uusiutuviissa oppimisympäristöissä. Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen, & P. Malinen (toim.), *Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen* (s. 251–268). Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos.

Karttunen, H. (2006). Tiedettä kaikille. *Matematiikka*. Tähtitieteellinen yhdistys Ursa. 151 s. 24.

Kerr, K. & Murphy, C. (2012). Children's attitudes towards primary science. Teoksessa B. Fraser, K. Tobin & C. McRobbie (toim.), *Second handbook of science education*, vol. I (s. 627–651). London: Springer.

Kupari, P., & Hiltunen, J. (2018). Matemaattiset taidot kansainvälisten arviointitutkimusten valossa. Teoksessa J. Joutsenlahti, H. Silfverberg, & P. Räsänen (toim.), *Matematiikan opetus ja oppiminen* (s. 16–53). Porvoo. Niilo Mäki Instituutti.

Lehtinen, E., Vauras, M., & Lerkkanen, M-K. (2016). *Kasvatuspsykologia*. Juva: PS-kustannus.

Lindgren, S. (1997). Voidaanko matematiikan opiskeluasenteita muuttaa? Teoksessa P. Räsänen, P. Kupari, T. Ahonen, & P. Malinen (toim.), *Matematiikka - näkökulmia opettamiseen ja oppimiseen* (s. 301–315). Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos.

Manninen, J. & Burman, A. & Koivunen, A. & Kuittinen, E. & Luukannel, S. & Passi, S. & Särkkä, H. (2007). Oppimista tukevat ympäristöt. Johdatus oppimisympäristöajatteluun. Opetushallitus, Helsinki.

Metsämuuronen, J. (2011). *Tutkimuksen tekemisen perusteet ihmistieteissä*. Elektroninen aineisto: opiskelijalaitos. Helsinki: International Methelp.

Miller, A. L., & Dumford, A. D. (2016). Creative cognitive processes in higher education. *The Journal of Creative Behavior*, 50(4), 282-293. <https://doi.org/10.1002/jocb.77>.

Oppenheimer, F. (1968). A rationale for a science museum. *Curator* 11(3), 206-209.

Osgood, C. E. (1964). Semantic differential technique in the comparative study of cultures. *American Anthropologist*, 66(3), 171–200.

Peda.net (<https://peda.net/tornio/peruskoulut/kyl%C3%A4joen-koulu/ops2016/lo>)

POPS (2014). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2014. Helsinki: Opetushallitus.

Rowe, S., & Humphries, S. (2004). The outdoor classroom. In M. Braund, & M. Reiss (Eds.), *Learning Science Outside the Classroom* (pp. 19–34). London: RoutledgeFalmer.

Ruohotie, P. (1998). *Motivaatio, tahto ja oppiminen*. Helsinki: Oy Edita Ab.

Ryan, R. & Deci, E. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78.

Ryan, R., & Deci, E. (2017). *Self-Determination Theory: Basic psychological needs in motivation, development, and wellness*. New York: The Guilford Press.

Salmi, H. (1993). *Science Centre Education. Motivation and learning in informal education. Research report 119*. Department of Teacher Education: University of Helsinki.

Salmi, H. (2010). Tiedekeskuspedagogiikka ja akateeminen opettajankoulutus. Teoksessa A. Kallioniemi, A. Toom, M. Ubani, & H. Linnansaari (toim.), Akateeminen luokanopettajakoulutus: 30 vuotta teoriaa, käytäntöä ja maistereita. (s. 377–405). Turku. Suomen kasvatustieteellinen seura.

Salmi, H., & Thuneberg, H. (2011). *Tiedesirkuksen oppimistuloksia ja motivaatiovaikutuksia*. Tutkimusraportti. Helsinki: Suomen kulttuurirahasto.

Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A. (1993). Current approaches to science education: implications for mainstream instruction of students with disabilities. *Remedial and Special Education*, 14(1), 15-24.

THL, (2010). Nukkuminen – kouluterveyskyselyn aikasarjat 2010-2017. <https://thl.fi/fi/web/lapset-nuoret-ja-perheet/tutkimustuloksia>.

Thuneberg, H., Salmi, H. & Bogner, F. (2018). How creativity, autonomy and visual reasoning contribute to cognitive learning in a STEAM hands-on inquiry-based math module. *Thinking Skills and Creativity* 29, 153-160. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.07.003>

Thuneberg, H., Salmi, H., & Fenyyvesi, K. (2017). Hands-On Math and Art Exhibition Promoting Science Attitudes and Educational Plans. *Educational Research International*. Volume 2017, Article ID 9132791. Revised 24 July 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/9132791>

Thuneberg, H., Salmi, H., and Vainikainen, M-P. (2014). Tiedenäyttely, motivaatio ja oppiminen. *Psykologia* (49)6, 420 – 435.

Yakman, G. & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072-1086.